

Мікрородорості виділяють кисень як побічний продукт, який використовується аеробними бактеріями, що дає змогу знизити енерговитрати.

*Clorella vulgaris* також значно зменшує викиди CO<sub>2</sub> в атмосферу який утворюється при аеробному процесі. Також оскільки *Clorella vulgaris* у такій системі одержує вже розчинений CO<sub>2</sub> його засвоєння відбувається набагато активніше ніж у звичайних фотобіореакторах де його необхідно подавати у вигляді найменших бульбашок для ефективного розчинення. Завдяки такому розчиненню ефективність поглинання дуже висока і як наслідок додавання мікрородоростей до аеробного процесу призводить до фіксації 183 тонн вуглекислого газу на 100 тонн біомаси. Внесення хлорели у стандартну технологію аеробного очищення дозволяє зменшити викиди CO<sub>2</sub> на 100-200 тонн за добу при очищенні 1000 м<sup>3</sup> стічної води пивоварні.

Таким чином, обробка стічних вод мікрородоростями має переваги у порівнянні з стандартними методами.

1) Simate G.S., Cluett J., Iyuke S.E., Musapatika E.T., Ndlovu S., Walubita L.F., Alvarez A.E. The treatment of brewery wastewater for reuse: State of the art. Desalination. 2011;273:235–247. doi: 10.1016/j.desal.2011.02.035.

---

## ОЧИЩЕННЯ ВОДИ ВІД ВАЖКИХ МЕТАЛІВ ПРИ ВИКОРИСТАННІ МАГНЕТИТУ

*Гомеля М.Д., Трус І.М., Камаєв В.С.*

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна, м. Київ, [inna.trus.m@gmail.com](mailto:inna.trus.m@gmail.com)*

Вилучення іонів міді із води із високим ступенем очищення, як і проблема очищення води від інших важких металів, є досить складною [1]. Більшість відомих методів очищення води від іонів важких металів не забезпечують необхідної ефективності їх вилучення із води. Проблема ускладнюється великими об'ємами стічних вод, що містять іони міді. Витрата води на скид в атомних електростанціях сягає 300000 – 800000 м<sup>3</sup>/добу.

Відомо, що сорбенти на основі магнетиту забезпечують ефективне вилучення іонів важких металів із води. Вони є достатньо ефективними при вилученні іонів важких металів із води в присутності іонів жорсткості. Як правило, використовують магнетит, отриманий при співвідношенні іонів заліза (II) та заліза (III) у реакційній суміші 1:2. Хоча відомо, що при збільшенні вмісту заліза (II) магнетит має більш аморфну структуру, що повинно впливати на його сорбційну здатність. Тому в даній роботі використовували магнетит при співвідношенні Fe (II)/Fe (III) як 1:2; 1:1 та 2:1 [2]. Для підвищення сорбційної ємності отриманих сорбентів при синтезі магнетиту в розчині лугу, яким обробляли суміш солей заліза (II) та заліза (III) додавали тіокарбамід, гуанідін, тісемікарбазид в концентрації 1% та сульфід натрію в концентрації 1 та 2%.

При використанні магнетиту для вилучення іонів міді з води показано, що сорбційна здатність магнетиту зростає як із підвищенням концентрації міді в розчині, так із співвідношенням  $K=[Fe^{2+}]/[Fe^{3+}]$  в ряду 1:2; 1:1 та 2:1. Так при  $K=1:2$  сорбційна ємність магнетиту не перевищувала 100 мг/г в усьому діапазоні вибраних концентрацій. При  $K = 1:1$  сорбційна ємність магнетиту сягала 108 мг/г при сорбції із дистильованої води та 134 мг/г при сорбції із водопровідної води. При  $K = 2:1$  сорбційна ємність магнетиту як у дистильованій так і водопровідній воді перевищувала 200 мг/г. Це говорить про те, що із збільшенням

співвідношення К магнетит має більш аморфну структуру, що обумовлює підвищення його сорбційної ємності. Крім того, із приведених даних очевидно, що іони кальцію та магнію практично не сорбуються на магнетиті і тому ніяк не впливають на сорбцію іонів міді. Це дуже важливо, тому що при таких властивостях сорбенту його можна використовувати для вилучення іонів важких металів як із природних, так і стічних вод, що містять іони жорсткості. При використанні магнетиту сорбуються лише іони важких металів без вилучення іонів жорсткості. При застосуванні катіонітів іони жорсткості та іони важких металів сорбуються разом, при цьому відношення ємності катіоніту по іонах жорсткості та по іонах важких металів близьке до співвідношення концентрацій даних катіонів у розчині. А якщо врахувати, що концентрації іонів жорсткості у воді часто в десятки разів вищі за концентрації іонів важких металів, то стає зрозумілим, що застосування іонного обміну доцільне лише при глибокому пом'якшенні води. Такий підхід недоречний, якщо ідеться про очищення стічних вод.

Отже, на прикладі вилучення іонів міді з водних розчинів було показано, що сорбційна здатність магнетиту зростає при збільшенні відношення концентрацій іонів заліза (II) до заліза (III) від 1:2 до 1:1 та 2:1.

Використана література

1. Білявський С.А. Оптимізація технології одержання сорбентів з відходів рослинного походження / С.А. Білявський, Р.Б. Сарахман, В.В. Галиш, І.М. Трус // Екологічні науки. – 2018. – 2(21). – С. 212-217.
2. Гомеля М.Д. Очистка води від іонів важких металів відстоюванням, нанофільтруванням та флотацією / М.Д. Гомеля, І.М. Трус, О.В. Глушко // Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І.Вернадського. – 2019. – Том 30 (69) . – № 2. – С. 204-213.

---

## ОЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД ШКІРЯНОГО ПІДПРИЄМСТВА

*Горбенко А.В., Кокідько Ю.С.*

*Науковий керівник к.т.н., доц. Охмат О.А.*

*Київський національний університет технологій та дизайну, Україна, м. Київ  
[gvc-72@ukr.net](mailto:gvc-72@ukr.net), [bilanenkoylia@ukr.net](mailto:bilanenkoylia@ukr.net)*

Підприємства по виробництву натуральної шкіри можна віднести до водозатратних. Орієнтовно 80 м<sup>3</sup> води шкіряне підприємство витрачає на переробку однієї тони консервованої сировини [1]. Зважаючи на те, що у виробничому циклі таке підприємство використовує велику кількість хімічних матеріалів, його стічні води містять доволі високі концентрації речовин різної природи, ступеня розчинності та дисперсності. Слід також пам'ятати, що виробництво натуральної шкіри полягає в переробці біополімеру тваринного походження, основа структури якого – азот, частина якого переходить у стічні води. Шерсть з перероблених шкур тварин – ще одне джерело забруднення. Тому для очищення стічних вод шкіряні підприємства застосовують комплексні заходи.

Традиційна схема очищення промислових стічних вод включає групи способів: механічні, фізичні, фізико-механічні, хімічні, фізико-хімічні, біологічні, комплексні [2]. Вибір схеми очищення залежить в першу чергу від ступеня забруднення стічних вод та природи забруднювача. Найпростіший механічний спосіб може бути реалізований через подрібнювання, дистиляцію, уловлювання, відстоювання, фільтрацію. Спосіб дозволяє очистити стічні води від